

© EPDOC / EPO

PN - JP56130926 A 19811014
PD - 1981-10-14
PR - JP19800034458 19800318
OPD - 1980-03-18
TI - FORMING METHOD OF MASK PATTERN
IN - GOKAN HIROSHI;EDOKORO SOUTAROU;ITOU MASAKI
PA - NIPPON ELECTRIC CO
EC - G03F7/36
IC - H01L21/302
CT - JP54155771 A []

© PAJ / JPO

PN - JP56130926 A 19811014
PD - 1981-10-14
AP - JP19800034458 19800318
IN - GOKAN HIROSHI; others:02
PA - NEC CORP
TI - FORMING METHOD OF MASK PATTERN
AB - PURPOSE:To accurately and superfinely form a mask pattern of an organic layer by emitting an oxygen beam with an auxiliary layer for controlling the interval of the patterns formed by etching with ion beam emitting as a mask.
- CONSTITUTION:An organic layer5 and an auxiliary layer 2 as a pattern interval control layer made of Au or the like are sequentially formed on a substrate 4, a photoresist pattern 3 is formed thereon, the layer 2 is ion milled, O2 ion beam is emitted with the second pattern of an interval g' formed by attaching an auxiliary layer material to the side surface of the pattern 3 in this manner as a mask, and the layer 5 is thus etched. Since the etching rate of the auxiliary layer and the organic layer can be thus accelerated, an accurate and superfine mask pattern can be formed for a variety of devices.
I - H01L21/302

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—130926

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号
6741—5F

④ 公開 昭和56年(1981)10月14日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ マスクパターン形成方法

東京都港区芝五丁目33番1号日

本電気株式会社内

① 特 願 昭55—34458

② 発 明 者 伊藤雅樹

② 出 願 昭55(1980)3月18日

東京都港区芝五丁目33番1号日

② 発 明 者 後関博史

本電気株式会社内

東京都港区芝五丁目33番1号日

① 出 願 人 日本電気株式会社

本電気株式会社内

東京都港区芝5丁目33番1号

② 発 明 者 絵所社太郎

④ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

発明の名称 マスクパターン形成方法

特許請求の範囲

マスクパターンを形成すべき有機物層上に、パターン間隔制御層なる補助層を被着し、その上に第1のマスクパターンを形成する工程と、その第1のマスクパターンをマスクとしてイオンビームをシャワー状に照射し、前記補助層をエッチングすることにより該第1のマスクパターン間隔を制御して第2のマスクパターンに変換する工程と、その第2のマスクパターンをマスクとしてシャワー状の酸素イオンビームを照射して前記有機物層をエッチングすることにより該有機物層のマスクパターンを形成する工程とから成ることを特徴とするマスクパターン形成方法。

発明の詳細な説明

本発明は、特に微細なパターン間隔を形成する

のに必要とされる素子のマスクパターンの形成方法に関する。

集積回路素子、半導体素子又は磁気バブル素子などにおいては、素子の高密度化・高性能化が要求されており、高精度かつ超微細なパターン形成技術が必要になってきている。

このようなパターンを形成するためには、電子ビーム露光法によるフォトリソの製作とその転写、又は電子ビーム露光法によるウェハへの直接描画等によるマスクパターンの形成が必要不可欠となっている。しかしながら、現状のレジスト材料又は電子ビーム露光技術などを考えると、量産レベルで0.5 μ m以下のパターンを得るにはかなりの困難を伴っていると判断せざるを得ない。

このような現状に対して、本発明者らは量産性の高い光学露光技術だけで0.5 μ m以下のパターンを形成する方法をすでに提案した(特願昭53-64668号「パターン形成方法」参照)。これは充分厚いフォトリソをマスクとしてイオンミリングすると、スパッタされた原子がフォトリソ

スト隔壁に付着したまま、マスク効果を持つことを利用したものである。

即ち、第1図(a)に示すように、基板1上に厚さ d の補助層2を被着し、パターンギャップ g なるフォトレジストパターン3をマスクとして補助層2をイオンミリングすれば、第1図(b)に示すようにパターンギャップ g は $g' = g - \kappa d$ に変換されることを利用するものである。ここに κ はイオンミリングの条件及び補助層材料によって決まる定数であるが、 $\kappa = 0.7 \sim 1.0$ 程度の値は容易に得られ、 $1.0 \mu\text{m}$ のギャップ g から $0.5 \mu\text{m}$ のギャップ g' に変換するのは、きわめて容易である。

この変換されたマスクパターンを用いて、基板にパターンを形成するには、続けて基板側をイオンミリングするか、反応性ガスのイオン若しくはプラズマでエッチングするか、又は化学エッチングをすることが必要である。また基板にレジストと逆のパターンを形成する場合には、リフトオフをすることが必要である。

しかし、いずれの場合においても、パターンを

1のマスクパターン間隔を制御して第2のマスクパターンに変換する工程と、その第2のマスクパターンをマスクとしてシャワー状の酸素イオンビームを照射して前記有機物層をエッチングすることにより酸有機物層のマスクパターンを形成する工程とから成るマスクパターン形成方法である。

本発明の基本概念を第2図の工程にしたがって説明する。
第2図(a)に示すように、基板4上に有機物層5を形成し、つづいて、パターン間隔制御層なる補助層2を被着する。その上にフォトレジストを塗布し、通常のフォトリソグラフィ技術により第1のフォトレジストパターン3を形成する。その上からアルゴン(Ar)等の不活性なイオンビームを全面にシャワー状に照射し、補助層2をイオンミリングして前記第1のフォトレジストパターンを第2のマスクパターンに変換する。得られる第2のマスクパターンギャップ g' は第2図(b)に示すように、エッチング前のパターンギャップ g に対して κd なる量だけ縮小して変換されている。

形成すべき層と補助層とは互いに選択的にエッチングできることが必要であり、実際に適用できるデバイスに制限が加えられる。後者のリフトオフをする場合には、基板と補助層間にスペーサー層を設け、スペーサー層を加工した後、このスペーサー層を用いてリフトオフする方法も考えられるが、この場合でも、スペーサー層とパターンを形成すべき層とは選択的にエッチング分離できなくてはならない。

本発明の目的は、基板に対して選択的にエッチング分離できなくてはならないという補助層の制約条件を取り除くことにあり、かつ従来使われてきた通常の光学露光技術で、 $0.5 \mu\text{m}$ 以下のパターンを得るためのマスクパターンの形成方法を提供することにある。即ち、本発明は、マスクパターンを形成すべき有機物層上に、パターン間隔制御層なる補助層を被着し、その上に第1のマスクパターンを形成する工程と、その第1のマスクパターンをマスクとしてイオンビームをシャワー状に照射し前記補助層をエッチングすることにより該第

次にガスの種をアルゴンから酸素(O_2)に変え、第2のマスクパターンをマスクとして酸素イオンビームで有機物層5をエッチングする。ここで酸素イオンビームを使う目的は、有機物層と補助層材料とのエッチング速度比を大きくとるためである。例えば加速エネルギー 500 eV 、電流密度 0.8 mA/cm^2 の条件での各種材料のエッチング速度は下表に示す通りであり、有機物層としてフォトレジストAZ1350J(商標米国シプレ仕)を用いればエッチング速度比はチタニウム(Ti)で150倍、金(Au)の場合でも6倍強となる。

材 料	エッチング速度
AZ1350J	2500 \AA/分
Ti	18 \AA/分
Cr	30 \AA/分
Au	400 \AA/分
SiO_2	125 \AA/分

有機物層として他の材料たとえばポリイミド樹脂あるいはアクリル樹脂などを用いた場合でも、

AZ1350Jとはほぼ同程度のエッチング速度比が期待されるので、有機物層材料に、特に制約はない。

この酸素イオンビームエッチング後に得られる形状は第2図(c)に示すようになり、補助層パターン2に忠実な短形断面をもつ第3のマスクパターン5が得られる。このとき、第1のマスクパターンも酸素イオンビームにさらされるので、この工程で除去される。

パターンニングを行なうには、この第3のマスクパターン5をエッチングのマスクとして、基板4をイオンミリング、反応性ガスのイオン若しくはプラズマによるエッチング、又は化学エッチングにより加工すれば良い。この場合、実質的なマスク作用は有機物層5によってなされるので、補助層に耐エッチング性を要求する必要はない。一方、有機物層としての厚さ、及び材料は比較的自由に選択できるため、基板の加工工程で問題を生じることとは少ない。またエッチング後においては、補助層除去の工程なしに、有機物層の除去のみでパターンが得られるため、種々のデバイスへの適用

上の問題も少なくなる。

一方、微細ギャップの形成でなく、微細ラインの形成においても同様の利点を発揮する。この場合は、リフトオフ法が使われるわけであるが、リフトオフにおけるマスク形状は逆台形又は逆台形と同等の形状をしていることが望ましい。このためには、第2図(c)に示した酸素イオンビームによる有機物層のエッチングの際にイオンビームの入射角を若干傾けて 10° 程度にすることが有効である。リフトオフの際には、補助層除去工程は不要なためギャップ形成の場合と同様、有機物の剝離だけで、微細なラインパターンが得られる。またデバイスによっては、酸素イオンビームの入射角を傾けることなく 0° 入射のままエッチングした後、基板側をプラズマまたは化学エッチングにより掘り込み、この工程によって形成されるオーバーハングを利用してリフトオフする方法も有効である。

本発明方法の利点は以上のように、補助層と基板またはリフトオフする材料との選択エッチング

性が不要になるばかりでなく、下地段差の影響をも軽減でき、第1のマスクパターン形成が容易になる。即ち、デバイス製作上のプロセスで発生した段差は有機物層の塗布工程により著しく軽減されるため、補助層被着後に形成する第1のマスクパターンは、局所的な膜厚の変動がなく、またパターン精度の良好なものが得られる。

次に3つの実施例をあげて具体的に説明する。

実施例1

シリコンブランクマスク上に、厚さ 5000\AA のAZ1350Jレジストを塗布し、 100°C 30分のベイクングをした後、厚さ 9000\AA の金を補助層として真空蒸着した。その上に $1.4\mu\text{m}$ の厚さにAZ1350Jレジストを塗布し、 $1/10$ 縮小投影型の露光器にてパターンギャップ $1.0\mu\text{m}$ レジストパターンを形成した。

次に、その上から加速エネルギー 500eV 、アルゴンイオン電流密度 $0.6\text{mA}/\text{cm}^2$ の条件で、12分間エッチングし、つづいて加速エネルギー 500eV 、酸素イオン電流密度 $0.8\text{mA}/\text{cm}^2$ の条件で、

3分間エッチングした。エッチング後にヨード・ヨードカリ系のエッチャントにて金をエッチング除去した後、フロン(CF_4)ガスによりシリコンをスパッタエッチングした。フロンガス流量は $3\text{cc}/\text{分}$ 、印加電圧は 2000V にて、3分間エッチングした。エッチング後、アセトンにてAZ1350Jレジストを剝離した。

得られたシリコンフォトマスクのパターンギャップは $0.4\mu\text{m}$ であり、 2.5 インチフォトマスク内でのパターンギャップの分散は $0.4\mu\text{m}$ 以内であった。

実施例2

砒化ガリウム(GaAs)上にAZ1350Jレジストを厚さ $1.0\mu\text{m}$ 塗布し、 100°C 30分のベイクングを行った後、常温で厚さ 7000\AA のパーマロイ(NiFe)を蒸着し、その上に密着露光法により厚さ $1.5\mu\text{m}$ ギャップ $1.0\mu\text{m}$ のAZ1350Jレジストのパターンを形成した。それを加速エネルギー 500eV 、アルゴンイオン電流密度 $0.6\text{mA}/\text{cm}^2$ の条件で25分間エッチングし、つづいて、加速エ

エネルギー500eV、酸素イオン電流密度 $0.8\text{mA}/\text{cm}^2$ の条件で4.5分間エッチングした。

エッチング後全面に厚さ 3000\AA のモリブデン(Mo)を蒸着した。アセトンにてAZ1350Jレジストを剥離することにより、AZ1350Jレジスト上のNiFe補助層、及びモリブデンをリフトオフし、モリブデンのパターンを得た。このモリブデンパターンのライン幅は $0.5\mu\text{m}$ であった。

実施例3

第3図(a)に示すように砒化ガリウム6上に金-ゲルマニウム合金(Au-Ge)7を厚さ 3000\AA 蒸着し、さらにその上にAZ1350Jレジスト8を厚さ $1.0\mu\text{m}$ 塗布した。100℃30分のベイクングを行った後常温で厚さ 7000\AA の金9を蒸着し、つづけて厚さ 100\AA のチタン(Ti)10を蒸着した。次にその上に密着露光法により厚さ $1.5\mu\text{m}$ ギャップ $1.0\mu\text{m}$ のAZ1350Jレジストのパターン11を形成した。

これを加速エネルギー500eV、アルゴンイオン電流密度 $0.6\text{mA}/\text{cm}^2$ の条件で10分間イオン

エッチングし、第3図(b)に示すようにチタン、金を除去した。続いて入射角 10° の酸素イオンビームにより、加速エネルギー500eV、イオン電流密度 $0.6\text{mA}/\text{cm}^2$ の条件で12分間エッチングした。このとき得られたAZ1350Jレジストのパターン断面形状は、第3図(c)に示すようにパターン上端部の開口が $0.5\mu\text{m}$ 、傾斜角 80° の逆台形形状をしていた。

このパターンをマスクとしてヨード・ヨードカリ系のエッチャントで補助層の金9及び金-ゲルマニウム合金7をエッチングし、続いて全面にモリブデン12を蒸着した。このとき得られる断面形状を第3図(d)に示す。ここでAZ1350Jレジストをアセトンにて剥離することによりモリブデンのパターンを得た。このときの断面形状は第3図(e)に示すようにモリブデンのパターンのライン幅は $0.5\mu\text{m}$ であり、ソース及びドレイン電極となる金-ゲルマニウム合金7のパターンギャップは $3\mu\text{m}$ であった。

以上、3つの実施例で説明したように本発明に

より、補助層材料が基板と互いに選択エッチングできる必要があるという制約を取り除くことができ、種々のデバイスへの広範囲な適用が可能となった。しかも、従来の光学露光技術だけで $0.5\mu\text{m}$ 以下のパターンが再現性よく得られるようになった。

図面の簡単な説明

第1図はイオンミリングにおける再付着効果を示す断面図で、(a)は補助層上にレジストパターンを形成した状態(b)はイオンミリングにより補助層をエッチングした後の状態を示す。

第2図は本発明の一実施例を示す工程説明断面図で、(a)は有機物層及び補助層の二重層の上にレジストパターンを形成した状態、(b)はイオンミリングにより補助層をエッチングした後の状態、(c)は酸素イオンミリングにより有機物層をエッチングした後の状態を示す。

第3図は本発明の他の実施例を示す工程説明断面図で、(a)は砒化ガリウム基板上に金-ゲルマニ

ウム合金、AZ1350Jレジスト、金、チタンを順次被着し、その上にレジストパターンを形成した状態、(b)はイオンミリングにより補助層の金、チタンをエッチングした後の状態、(c)は斜め入射の酸素イオンミリングにより有機物層をエッチングした後の状態、(d)は金-ゲルマニウム合金をエッチングし、つづけてモリブデンを全面に蒸着した後の状態、(e)は蒸着したモリブデンをリフトオフした後の状態を示す。1、4…基板、2…補助層、3…レジストパターン、5…有機物層、6…砒化ガリウム、7…金-ゲルマニウム合金、8…AZ1350Jレジスト、9…金、10…チタン、11…レジストパターン、12…モリブデン。

代理人 弁理士 原 晋

図2

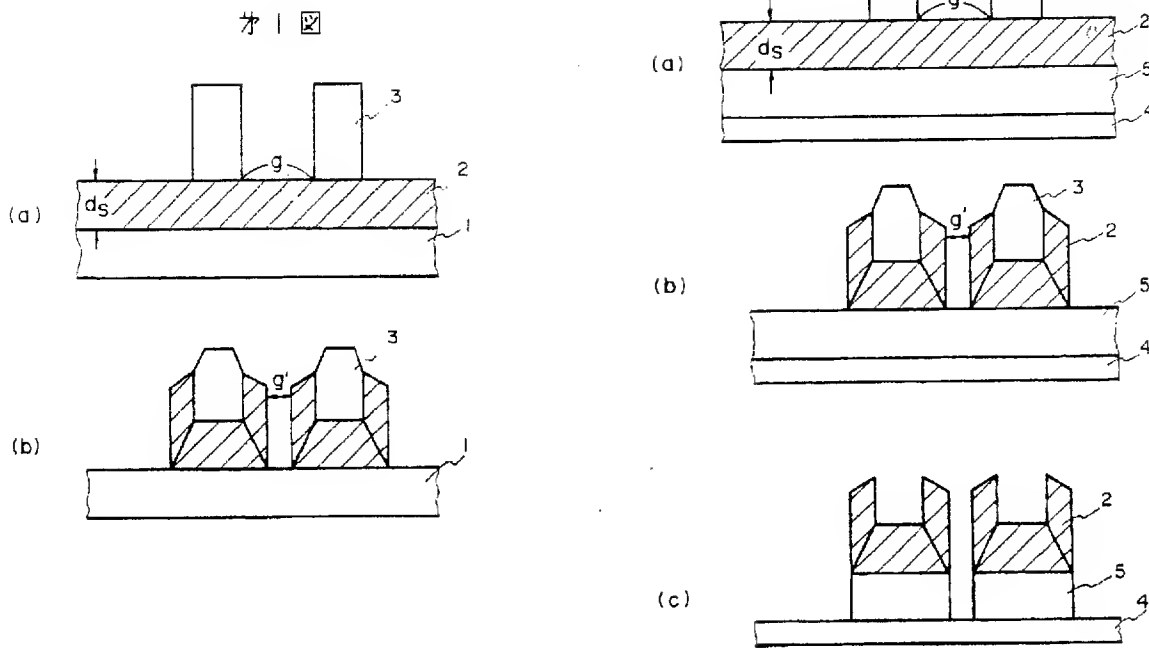


図3

